

日本鋼管(株) 中央研究所 梶垣裕輔

1. 緒言; 低炭素鋼の再結晶集合組織におよぼす炭化物粒子の影響については、すでに多数の議論がなされているが、微視的な機構については未だ明らかでない。とくに炭化物のサイズの効果に関しては、炭化物のサイズが大きいほど、回復再結晶過程でのC原子の固溶量が少ないために{111}再結晶方位が発達しやすいという考え方が主流をしめている。しかしながら、炭化物はすでに冷間圧延の段階でその周辺マトリクスの結晶回転に大きな影響を与え、このことを通して回復再結晶過程については再結晶集合組織に影響をおよぼすことが考えられる。この効果は炭化物サイズによって大きく異なるものと考えられるがこのような可能性は従来検討されていない。とくに従来の研究の問題点は圧延前の炭化物サイズのみに注目し、圧延によって炭化物が粉碎、再配列する事実を無視している点にある。本研究ではこのような観点から三次元結晶方位解析と透過電顕観察により圧延変形時の炭化物の効果を検討した。

2. 実験方法; C量が0.005~0.2%の範囲で異なるFe-C合金(Mn: 0.003%, P: 0.004%, S: 0.001%, Sol Al: 0.03%)を真空溶解し板厚3mmの熱延板を作製した。これらに780°C×1hr炉冷の焼鈍をおこない炭化物を粗大化させた後圧延率70%までの冷間圧延をおこなった。これらの試料について光学顕微鏡をもちいて圧延にともなう炭化物形態の変化を調査した。また試料の横断面から作製した薄膜について透過電顕とその制限視野電子回析をおこない炭化物粒子周辺に生じた局所変形、結晶方位回転をしらべた。これらの結果と三次元結晶方位解析によって求めたこれらの試料の圧延集合組織を対比し、圧延集合組織形成過程において炭化物の果たす役割を考察した。

3. 実験結果; (1) 圧延変形時の炭化物とその周辺の変形挙動; (i) 熱延板の前処理によって形成した粗大炭化物は粒界上にあり、ひとて状を呈する。10%程度圧延するとこれら炭化物はマトリクスの局所変形の集中する部分でクラックを生ずる。このため粒界三重点上に位置するものや変形帯を生じやすい結晶粒に隣接するもの、歪の適合条件をみたしにくい粒界上にあるものは選択的にわれる。圧延率を増すと炭化物は破碎、分断され矩形状粒子になる。これら粒子は圧延方向にできるだけ平行になるよう回転、移動する。このため圧延方向にのびたひも状炭化物集団が形成する。(ii) 一方、炭化物が分断されて形成したクラックも圧延によって展伸し空洞状になる(Fig.1)。空洞の穴縁の地鉄部には空洞を中心放射状に強変形領域が形成され、局所くびれを生ずる場合もある。空洞が大きい場合には周辺部からの地鉄の流入によって空洞は部分的につぶれる。

(2) 炭化物の周辺の方位変化; 電子顕微鏡の制限視野回析によればこれら炭化物の周辺にはランダム方位の強変形領域が形成されている。炭化物サイズが大きいほどこの変形領域は大きく、変形の乱れも大きい。このため粗大炭化物の体積率の増加とともに圧延集合組織中の{112}<110>, {544}<225>方位は弱くなり、圧延集合組織はランダム化する。

(3) これらの結果は再結晶過程では炭化物周辺のランダム方位強変形領域からはランダム方位の再結晶核が形成しこれらの選択成長が起ることが示唆しており、焼鈍過程で溶出する固溶C原子の量をいかに低く抑えてもこの部分から{111}方位再結晶核が多発する可能性は小さいと思われる。

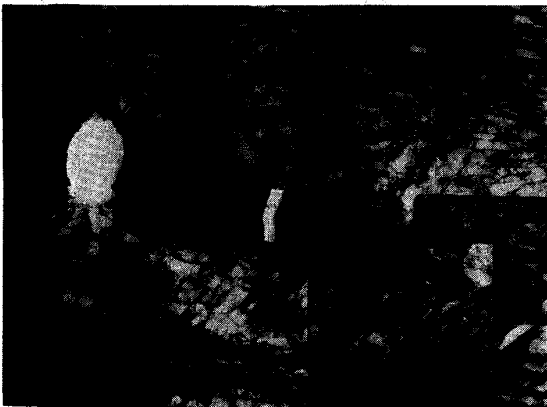


Fig. 1 Inhomogeneous deformation around coarse carbide particle